

105

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-198895  
(43)Date of publication of application : 19.07.1994

(51)Int.Cl. B41J 2/16  
B41J 2/045  
B41J 2/055

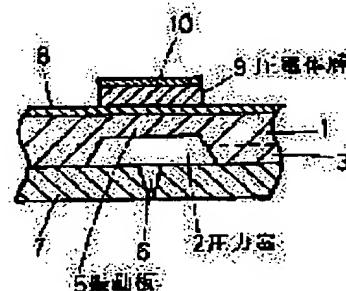
(21)Application number : 05-000299 (71)Applicant : FUJITSU LTD  
(22)Date of filing : 05.01.1993 (72)Inventor : KUAMI MICHITOKU  
NAKAZAWA AKIRA  
TANIGUCHI OSAMU  
TSUKADA MINEHARU  
HIDA KATSUHARU

## (54) MANUFACTURE OF INK-JET HEAD

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a manufacture of an ink-jet head which can reduce drastically a production cost, has favorable energy efficiency and is capable of miniaturization of the head.

**CONSTITUTION:** After printing of piezoelectric paste containing a piezoelectric material is printed on the surface of an oscillation plate 5 formed of a material having heat resistance enduring a firing temperature of a piezoelectric body layer 9 by corresponding to a position of a pressure chamber to impart discharge pressure to ink, heating and firing are performed and the piezoelectric layer 9 is formed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 03.07.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2948429

[Date of registration] 02.07.1999

[Number of appeal against xamin r's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against xaminer's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-198895

(43)公開日 平成6年(1994)7月19日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

B 41 J 2/16

2/045

2/055

識別記号

府内整理番号

F I

技術表示箇所

9012-2C

B 41 J 3/ 04

103 H

9012-2C

103 A

審査請求 未請求 請求項の数3(全8頁)

(21)出願番号

特願平5-299

(22)出願日

平成5年(1993)1月5日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 桃網 道徳

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72)発明者 中澤 明

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72)発明者 谷口 修

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 三井 和彦

最終頁に続く

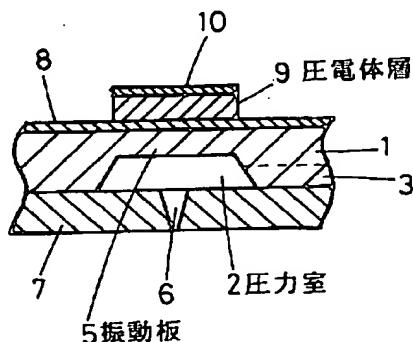
(54)【発明の名称】 インクジェットヘッドの製造方法

(57)【要約】

【目的】インク滴を吐出させて記録を行うためのインクジェットヘッドの製造方法に関し、ヘッドの製造コストを大幅に削減することができ、しかもエネルギー効率が良く且つヘッドの小型化が可能なインクジェットヘッドの製造方法を提供することを目的とする。

【構成】圧電体層9を焼成する温度に耐える耐熱性を有する材料によって形成された振動板5の表面に、インクに吐出圧力を与えるための圧力室2の位置に対応して、圧電材料を含有する圧電体ペーストを印刷した後加熱、焼成して、上記圧電体層9を形成する。

第1の実施例の製造工程を示す正面部分断面図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】圧電体層(9)を焼成する温度に耐える耐熱性を有する材料によって形成された振動板(5)の表面に、インクに吐出圧力を与えるための圧力室(2)の位置に対応して、圧電材料を含有する圧電体ペーストを印刷した後加熱、焼成して、上記圧電体層(9)を形成することを特徴とするインクジェットヘッドの製造方法。

【請求項2】上記振動板(5)が一枚に複数のインクジェットヘッド(4)を形成するためのものであり、複数のインクジェットヘッド(4)を形成するための圧電体層(9)を同時に上記振動板(5)に印刷して加熱焼成する請求項1記載のインクジェットヘッドの製造方法。

【請求項3】上記振動板(5)の表面に予め電極層(8)を形成した後、上記電極層(8)の上に上記圧力室(2)の位置に対応して上記圧電体層(9)及び電極層(10)を印刷、焼成する請求項1又は2記載のインクジェットヘッドの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、インク滴を吐出させて記録を行うためのインクジェットヘッドの製造方法に関する。

【0002】インクジェット記録方式は、構造が簡単でカラー化がし易く、騒音も無いなどの特長があり、今後の記録方式の主流として期待されている。

## 【0003】

【従来の技術】インクジェットヘッドからインク滴を吐出させるには、圧力室に面して設けられた振動板を振動させて、圧力室内のインクに吐出圧力を与えるようにしている。

【0004】振動板を振動させるのは一般に圧電素子であり、圧力室の位置に対応して振動板の表面に密着して設けられている。そのような圧電素子は、従来は、振動板とは別に独立して圧力室の大きさに対応する大きさに形成された後、一つ一つ振動板の表面に接着されていった。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、インクジェットヘッドにはインク吐出ノズルの数と同数の圧電素子を取り付ける必要があるので、圧電素子を一つ一つ振動板に接着するのは大変手間がかかり、ヘッドの製造コストを押し上げてしまう。

【0006】また、ヘッドを小型化するためには圧力室を高密度に配置しなければならぬので、それに合わせて圧電素子を小さく形成しなければならず、それに伴つて厚さも薄くする必要がある。

【0007】しかし、圧電素子をあまり小さく、薄く形成すると（例えば、大きさでは $1 \times 1 \text{ mm}$ 以下、厚さでは $0.1 \text{ mm}$ 以下）組み立て時に取り扱うのが困難にな

ってしまうので、圧電素子をあまり小さくすることができず、それがヘッド小型化のネックになっていた。

【0008】また、圧電素子と振動板との間の接着剤の層によって、圧電素子から振動板へ伝えられるべき運動が吸収されてしまうので、エネルギー効率が悪いという機能上の問題もあった。

【0009】そこで本発明は、ヘッドの製造コストを大幅に削減することができ、しかもエネルギー効率が良く且つヘッドの小型化が可能なインクジェットヘッドの製造方法を提供することを目的とする。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明のインクジェットヘッドの製造方法は、実施例を説明するための図1に示されるように、圧電体層9を焼成する温度に耐える耐熱性を有する材料によって形成された振動板5の表面に、インクに吐出圧力を与えるための圧力室2の位置に対応して、圧電材料を含有する圧電体ペーストを印刷した後加熱、焼成して、上記圧電体層9を形成することを特徴とする。

【0011】なお、上記振動板5が一枚に複数のインクジェットヘッド4を形成するためのものであり、複数のインクジェットヘッド4を形成するための圧電体層9を同時に上記振動板5に印刷して加熱焼成するようにしてよい。

【0012】また上記振動板5の表面に予め電極層8を形成した後、上記電極層8の上に上記圧力室2の位置に対応して上記圧電体層9及び電極層10を印刷、焼成してもよい。

## 【0013】

【作用】圧力室2の位置に対応して振動板5の表面に圧電体ペーストを印刷した後加熱することによって、振動板5の表面に圧電体層9が直接焼成される。

【0014】その場合、複数のインクジェットヘッド4を形成するための一枚の振動板5に、複数のインクジェットヘッド4を形成するための圧電体層9を同時に印刷して加熱焼成ができる。

【0015】また、圧電体層9を印刷する前に振動板5の表面に予め電極層8を形成すれば、それによっていわゆる下部電極を得ることができる。

## 【0016】

【実施例】図面を参照して実施例を説明する。図1ないし図1-1は、本発明の第1の実施例を示しており、また、図2に示されるように、例えば厚さ $0.5 \text{ mm}$ のシリコン単結晶ウェハ1に、エッチングによって圧力室2とインク流路3とを各々所定の深さに形成する。

【0017】図2は一つの圧力室2について図示しているが、図3に示されるように、一枚のシリコンウェハ1は、多数のインクジェットヘッド4をまとめて形成する大きさであり、その一つのインクジェットヘッド4の一部Aを示す図4に示されるように、各インクジェット

ヘッド4に多数の（例えば64個の）圧力室2…が配列されている。

【0018】次に、図5に示されるように、シリコン単結晶ウェハ1を、圧力室2が形成されているのと反対側の表面から、例えば厚さ0.1mmに研削する。これによって、圧力室2の背側の部分が、所定厚さ（例えば0.02~0.025mm）の振動板5に形成される。

【0019】次に、図6に示されるように、エッティングによってノズル孔6が貫通形成されたシリコン単結晶ウェハからなるノズル板7を、圧力室2の表面を塞ぐようにシリコン単結晶ウェハ1に接合する。

【0020】この接合は、接合面を完全に密着させて真空中で例えば1100°Cで30分間加熱することによって接合面が一体化する、いわゆる直接接合によって行うことができる。

【0021】ノズル孔6と圧力室2の位置関係は図7に示されるとおりであり、各圧力室2の端部近くにノズル孔6が位置するように、シリコン単結晶ウェハ1とノズル板7とが組み合わせられる。

【0022】次に、図8に示されるように、シリコン単結晶ウェハ1の圧力室2と反対側の表面、即ち振動板5の表面全面に、例えば銀及びパラジウムの粉末とそれらを結合させるためのバインダと有機溶媒とを混合して粘度を例えば2000cPに調整した導電ペーストを、例えばスクリーン印刷法によって厚さ5μmに印刷し、乾燥後、電気炉で例えば1000°Cの高温で2時間加熱して、下部電極層8を焼成する。

【0023】シリコン単結晶ウェハ1は1200°C程度の高温までは溶解されず、歪みも発生しないので、上記のような焼成時の熱処理に対しては充分に耐えることができる。

【0024】次に、その下部電極層8の表面に、例えば酸化鉛と酸化ジルコニウムと酸化チタンとからなる圧電微粉末（PZT）とそれら粉末どうしを結合させるためのバインダと有機溶媒とを混合して粘度を3000cPに調整した圧電体ペーストを、スクリーン印刷によって厚さ30μmで印刷する。

【0025】なお、スクリーン印刷で圧電体層9を形成する場合、その厚さは5~100μmの範囲が適しております。電極層8、10としては、1~10μmの厚さで形成することができる。電極層8、10及び圧電体層9を焼成する温度は、使用する材料により変わるが、400~1500°Cの範囲が使用される。

【0026】なお圧電体ペーストの材料としては、チタン酸バリュウム系セラミックや、ペロブスカイト構造の化合物を加えたPMN-PT、又はPNN-PTPZなどの材料を用いることもできる。

【0027】スクリーン印刷は、図9に略示されるように、印刷パターンが形成されたスクリーン21をシリコン単結晶ウェハ1の表面に配置して、その上に導電ペー

スト又は圧電体ペースト22を塗り、スキージ23を押さえ付けながら移動させることによって行われる。

【0028】このとき、圧電体ペースト22の印刷は、圧力室2と位置及び大きさを合わせて行う。そして、印刷された圧電体ペースト22が乾燥したら、電気炉で例えば1000°Cの高温で2時間加熱し、圧電体ペースト22から有機溶媒などを焼散させる。

【0029】これによって、図10及び図11に示されるように、振動板5の表面に、各圧力室2と位置及び大きさを合わせて圧電体層9が焼成される。このようにして圧電体層9が焼成されたら、最後に、図12に示されるように、圧電体層9の表面に上部電極層10を厚さ3μmで印刷、焼成する。上部電極層10の材質及び焼成条件等は下部電極層8と同じでよい。

【0030】このように、本発明においては、振動板5の表面に、電極層8及び圧電体層9を直接印刷によって形成するので、製造性にすぐれ、厚み、寸法、形状も所望のものを高い信頼性で形成することができる。

【0031】このようにして振動板5の表面に圧電体層9及び上下電極層8、10が形成されたら、全体を図3に示される一つ毎のインクジェットヘッド4に分割切断する。

【0032】このようにして形成されたインクジェットヘッドにおいては、イングをインク流路3から圧力室2内に満たして、上下両電極8、10間に電圧を印加することによって圧電体層9が変形し、それによって振動板5が振動して圧力室2内のインクに吐出圧力が加わり、圧力室2内のインクがノズル孔6からインク滴となって吐出して記録が行われる。

【0033】本発明では、印刷の版の厚みを制御することによって、圧電体層9の厚みを2~200μmの範囲で自由に形成できる。したがって、圧電体層9の厚みを振動板5の厚みに対して最も好ましい厚さにして、粒子化効率が高く、低い駆動電圧で粒子をノズルから噴射することができる。

【0034】また、振動板5と電極層8、電極層8と圧電体層9が印刷、焼成により直接接合されるので、従来のような接着層が無く、粒子化の効率をさらに高くすることができる。

【0035】図12及び図13は、本発明の第2の実施例を示しており、ノズル板7として感光性ガラスを用い、また、下部電極層8は、白金をスパッタリングで蒸着して形成したものである。

【0036】この場合、感光性ガラスは、圧電体層9の焼成温度に耐えられないので、図12に示されるように、シリコン単結晶ウェハ1に対してノズル板7を取り付ける前に圧電体層9及び上部電極層10の印刷と焼成を行い、その後で、図13に示されるようにノズル板7をシリコン単結晶ウェハ1に接着する。

【0037】図14ないし図16は本発明の第3の実施

例を示しており、まず、一枚のステンレス鋼製の基板31に、エッティング加工によって圧力室2とインク供給路3とを形成する。圧力室2の大きさは例えば $1 \times 2 \text{ mm}$ 、ノズル孔6の出口の直径は $50 \mu\text{m}$ である。

【0038】振動板5は、厚さ $50 \mu\text{m}$ のオースティナイト系のステンレス鋼板(SUS304)が用いられており、基板31と振動板5とは、拡散接合によって接合する。

【0039】この振動板5上に、 $1 \times 2 \text{ mm}$ の開口メッシュをもつ印刷版を重ね、銀を主成分とする電極材料を有機樹脂バインダと有機溶媒に混合し、粘度を $2000 \text{ cP}$ に調整したペーストを、スキージにより、厚さ $5 \mu\text{m}$ に印刷して、図14に示されるように、下部電極8を形成する。

【0040】そして、さらにその上に、同じ形状の印刷版を用いて圧電材料を含むペーストを厚さ $50 \mu\text{m}$ で印刷し、図15に示されるように、圧電体層9を形成する。圧電材料は、PZTを粉末化したものに有機樹脂バインダを混合して、粘度を $3000 \text{ cP}$ に調整したもの用いた。

【0041】さらに圧電体層9の上に、下部電極層8と同じ材料を $3 \mu\text{m}$ の厚さに印刷して、図16に示されるように、上部電極10を形成する。そして、このように構成されたインクジェットヘッド全体を、 $100^\circ\text{C}$ の加熱炉で10分間加熱し、さらに $1000^\circ\text{C}$ の加熱炉で1時間加熱する。

【0042】このようにして製造したインクジェットヘッドにインク液を注入して、電極8、10に $50 \text{ V}$ の電圧を印加した結果、ノズル孔6から $7 \text{ m/s}$ の速度でインク滴を安定して吐出させることができた。

【0043】比較のために、従来の製造法で $1 \times 2 \text{ mm}$ 、厚さ $100 \mu\text{m}$ の圧電素子をエポキシ樹脂系の接着剤で接着して製造したヘッドの特性を調べた結果、同様の粒子速度を得るには、 $120 \text{ V}$ の電圧が必要であった。

【0044】なお、振動板5に厚さ $100 \mu\text{m}$ の耐熱ガラスを用いて、前述の第3の実施例と同様にして、両電極8、10を各々 $2 \mu\text{m}$ の厚さ、圧電体層9を $20 \mu\text{m}$ の厚さにスクリーン印刷法で印刷し、 $100^\circ\text{C}$ で10分間加熱後 $900^\circ\text{C}$ で1時間焼成したインクジェットヘッドでは、 $60 \text{ V}$ の印加電圧で $7 \text{ m/s}$ の粒子速度が得られた。

【0045】図17は、本発明の第4の実施例を示しており、第3の実施例と同様のヘッド構成材料、電極材料及び圧電材料を、ディスペンサ40を用いて、振動板5の上に、電極層8( $3 \mu\text{m}$ 厚さ)、圧電体層9( $25 \mu\text{m}$ 厚さ)、電極層10( $3 \mu\text{m}$ 厚さ)の順に半径 $0.5 \text{ mm}$ の円板状に成形し、その後加熱、焼成することにより、ヘッドを試作した。

【0046】このときの印刷ペーストの粘度は、 $500 \text{ cP}$ 程度とするのが適していた。製造したインクジェット

トヘッドの特性を調べた結果、 $40 \text{ V}$ で $7 \text{ m/s}$ の粒子速度が得られた。

【0047】図18及び図19は本発明の第5の実施例を示しており、複数のノズル孔6を持つノズル板7と、

05 複数のノズル孔6に対応する圧力室2が形成されたインク流路板41と振動板5によって構成されるマルチノズルヘッドに、各圧力室2に対応する振動板5の部分に圧電体層9を印刷によって形成したものである。

【0048】この実施例においては、ノズル孔6の数は10 64個であり、これに対応する圧力室2も64個配列されている。一つの圧力室2のサイズは、 $0.5 \times 1.0 \text{ mm}$ である。

【0049】これを製造する際には、まず振動板5の上に64個の圧力室2全体に対応するような開口メッシュ15 を持つスクリーン印刷版を用い、銀を主成分とする電極材料を有機樹脂バインダと有機媒体に混合して粘度を $2000 \text{ cP}$ に調整したペーストを、スキージにより、厚さ $5 \mu\text{m}$ に印刷して下部電極8を形成する。

【0050】次に、各圧力室2に対応する複数の開口メ20 ッシュを持つ印刷版を用いて、圧電体層9を厚さ $40 \mu\text{m}$ で印刷する。さらに各圧電体層9の上に下部電極8と同様の電極材料を厚さ $3 \mu\text{m}$ で印刷して上部電極(図示せず)を形成する。

【0051】このようにして製作したヘッドを、 $100^\circ\text{C}$ で10分間加熱し、さらに $1000^\circ\text{C}$ で2時間焼成することによって、インクジェットヘッドができる。そして、このヘッドにインクを注入して、それぞれの電極に電圧パルスを印加した結果、駆動電圧 $40 \text{ V}$ で、各ノズル孔6から平均 $7 \text{ m/s}$ の速度でインク粒子が噴射30 した。各ノズル孔6の粒子速度のばらつきは±10%以下であった。

【0052】比較のために従来の製造方法により $0.5 \times 1.0 \text{ mm}$ 、厚さ $100 \mu\text{m}$ の圧電素子を1つずつエポキシ系接着剤で接着してヘッドを作成し、ヘッドの特性35 を調査した結果、駆動電圧 $150 \text{ V}$ という高い電圧で全ノズル孔6の平均として、粒子速度 $7 \text{ m/s}$ が得られた。また、各ノズルの速度のばらつきは±30%以上であった。

【0053】図20は本発明の第6の実施例を示しており、1個のインクジェットヘッド材51は、一枚のステンレス鋼製の基盤にエッティング加工により流路を形成したものである。

【0054】ノズル孔6の出口の大きさは直径 $50 \mu\text{m}$ とし、圧力室2の大きさは、 $0.5 \times 1.0 \text{ mm}$ である。

45 振動板5はステンレス鋼板(SUS304)からなり、厚みを $50 \mu\text{m}$ とした。振動板5と流路基板の接合は、拡散接合により行った。

【0055】このように形成されたインクジェットヘッド材51を、 $4 \times 5$ 列のヘッド固定治具50に、振動板50 5が上になるようにして図1に示されるように配置す

る。そして図示は省略するが、これらのヘッドの振動板5の上に、 $0.5 \times 1.0\text{ mm}$ の開口メッシュを64個配列した1ヘッド用の開口を、さらに縦4、横5列で合計20ヘッド分を配列した印刷版21を重ねて、銀を主成分とする電極材料を有機樹脂バインダと有機溶媒に混合し、粘度を $2000\text{ cP}$ に調整したペーストを、スキー<sup>ジ</sup>23により、厚さ $5\mu\text{m}$ に印刷して下部電極層8とした。

【0056】さらにその上に、同じ形状の印刷版21を用いて圧電体ペースト22を厚さ $30\mu\text{m}$ で印刷して圧電体層9を形成した。圧電体ペースト22は、PZTを粉末化したものに有機樹脂バインダを混合して、粘度を $3000\text{ cP}$ に調整したもの用いた。

【0057】さらに、この圧電体層9の上に、下部電極層8と同じ材料を $3\mu\text{m}$ 印刷して上部電極10とした。そして、ヘッド固定治具50全体を、 $100^\circ\text{C}$ の加熱炉で10分加熱し、さらに $1000^\circ\text{C}$ の加熱炉で1時間焼成した。

【0058】このようにして製造されたインクジェットヘッド4をヘッド固定治具50から取り出し、これらのヘッド4にインクを注入し、それぞれの電極に電圧パルスを印加した結果、駆動電圧 $40\text{ V}$ で各ノズル孔6から平均 $7\text{ m/s}$ の速度でインク粒子が噴射した。

【0059】各ノズル孔6の粒子速度のばらつきは $\pm 10\%$ 以下であり、また20個のヘッドの平均流速度は $7\text{ m/s} \pm 5\%$ 以内のばらつきであった。比較のために従来の製造方法により $0.5 \times 1.0\text{ mm}$ 、厚さ $100\mu\text{m}$ の圧電素子を1つずつエポキシ系接着剤で接着して20個のヘッドを作成し、ヘッドの特性を調査した結果、駆動電圧 $150\text{ V}$ という高い電圧で、全ノズルの平均として粒子速度 $7\text{ m/s}$ が得られたが、各ノズルの速度のばらつきは $\pm 30\%$ 以上であり、20個のヘッドの平均速度のばらつきは、 $\pm 25\%$ 以上であった。

【0060】図21は本発明の第7の実施例を示しており、図20に示される第6の実施例と同様のヘッド構成材料、電極材料及び圧電材料を、1ヘッド当たり64個配列し、さらにこのヘッドを $4 \times 5$ 列に配列したパターンに対応して、複数のノズルをもつディスペンサ60を用いて、振動板5の上に、下部電極層( $3\mu\text{m}$ 厚さ)、圧電層( $25\mu\text{m}$ 厚さ)、上部電極層( $3\mu\text{m}$ 厚さ)の順に半径 $0.5\text{ mm}$ の円板状に成形した後、加熱、焼成することにより、複数のヘッドを同時に試作した。

【0061】このときの印刷ペーストの粘度は、 $500\text{ cP}$ 程度が適していた。試作した20個のヘッドの特性を調べた結果、粒子速度のばらつきは、 $\pm 20\%$ 以下であった。

【0062】なお、本発明の対象となるヘッド構成材料は、ここで説明した材料だけでなくアルミナなどのセラミックスや各種の金属および感光性ガラス、各種の結晶性材料などによっても適応できることは述べるまでもな

い。また、電極材料および圧電体層の材料なども、ヘッド構成材料と同様に各種の材料を使用することができる。

【0063】なお、本発明は上記の各実施例に限定されるものではなく、例えば印刷については、スクリーン印刷以外の、凸版や凹版その他のような印刷方法を用いてよい。

#### 【0064】

【発明の効果】本発明のインクジェットヘッドの製造方法によれば、振動板の表面に圧電体層が印刷、焼成によって形成されるので、組み立て工数が削減されて大幅なコストダウンが達成される。しかも圧電体層を印刷技術における限界まで小さく薄く高密度に形成することが可能なので、インクジェットヘッドを格段に小型化することができる。

【0065】また、振動板と圧電体層とが接着剤層を介すことなく直接密着して形成されるので、圧電体層の変形が振動板に効率良く伝達され、エネルギー消費が非常に小さくて効率が良い。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施例の製造工程を示す正面部分断面図である。

【図2】第1の実施例の製造工程を示す正面部分断面図である。

【図3】第1の実施例の製造工程を示す全体平面図である。

【図4】第1の実施例の製造工程を示す平面断面図である。

【図5】第1の実施例の製造工程を示す正面部分断面図である。

【図6】第1の実施例の製造工程を示す正面部分断面図である。

【図7】第1の実施例の製造工程を示す平面図である。

【図8】第1の実施例の製造工程を示す正面部分断面図である。

【図9】第1の実施例の製造工程を示す側面略示図である。

【図10】第1の実施例の製造工程を示す平面図である。

【図11】第1の実施例の製造工程を示す正面部分断面図である。

【図12】第2の実施例の製造工程を示す正面部分断面図である。

【図13】第2の実施例の製造工程を示す正面部分断面図である。

【図14】第3の実施例の製造工程を示す正面断面図である。

【図15】第3の実施例の製造工程を示す正面断面図である。

【図16】第3の実施例の製造工程を示す正面断面図である。

ある。

【図17】第4の実施例の製造工程を示す部分縦断面図である。

【図18】第5の実施例を示す平面図である。

【図19】第5の実施例を示す正面断面図である。

【図20】第6の実施例の製造工程を示す正面略示断面図である。

【図21】第7の実施例の製造工程を示す正面略示図である。

【符号の説明】

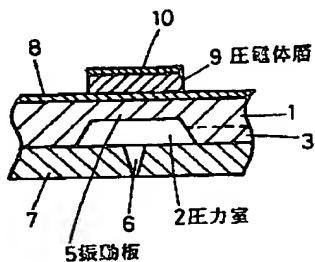
2 圧力室

05 5 振動板

9 圧電体層

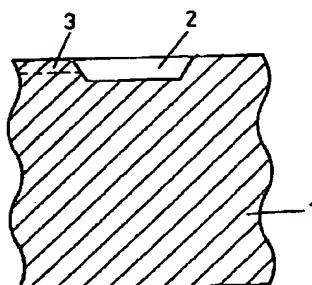
【図1】

第1の実施例の製造工程を示す正面部分断面図



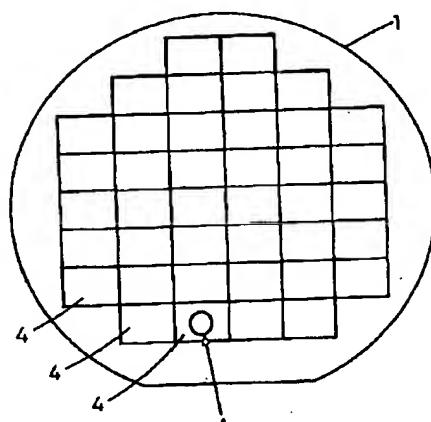
【図2】

第1の実施例の製造工程を示す正面部分断面図



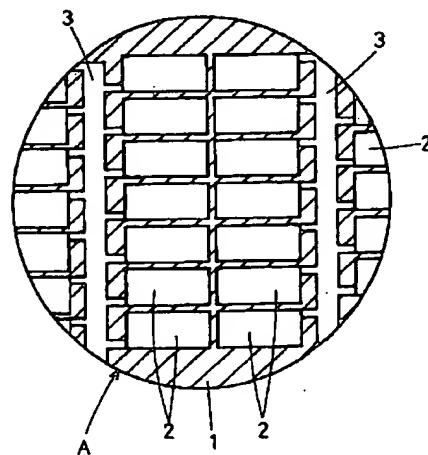
【図3】

第1の実施例の製造工程を示す全体平面図



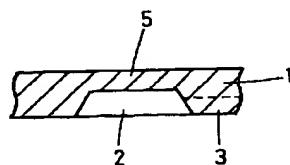
【図4】

第1の実施例の製造工程を示す平面断面図



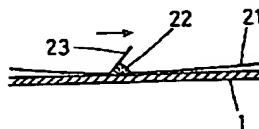
【図5】

第1の実施例の製造工程を示す正面部分断面図



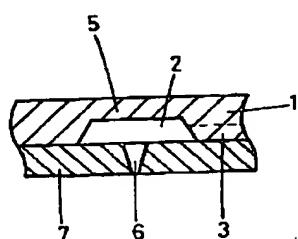
【図9】

第1の実施例の製造工程を示す側面略示図



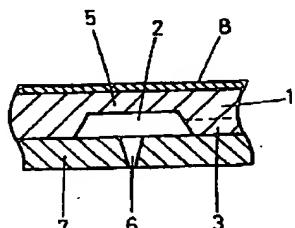
【図6】

第1の実施例の製造工程を示す正面部分断面図



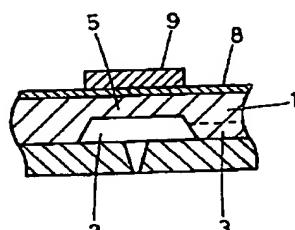
【図8】

第1の実施例の製造工程を示す正面部分断面図



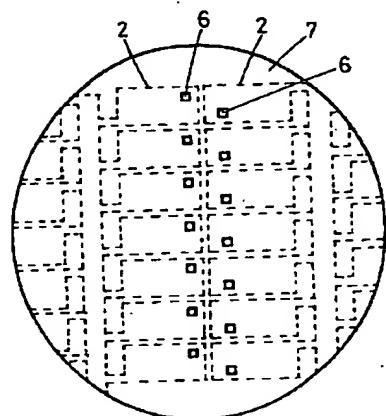
【図11】

第1の実施例の製造工程を示す正面部分断面図



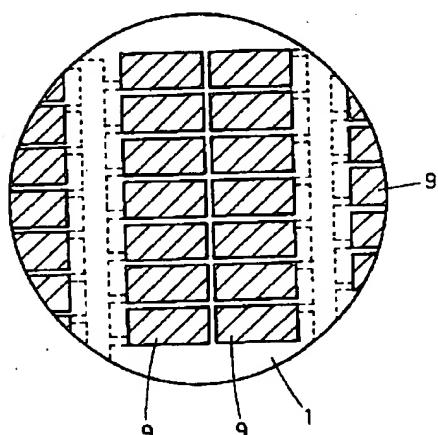
【図7】

第1の実施例の製造工程を示す平面図



【図10】

第1の実施例の製造工程を示す平面図

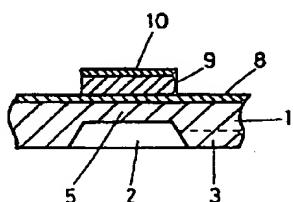
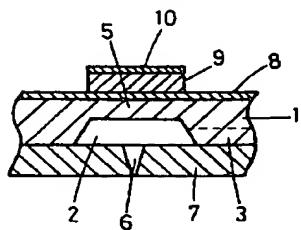


【図12】

【図13】

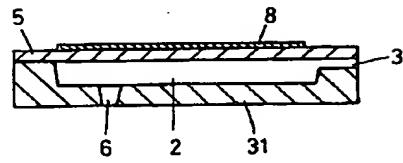
第2の実施例の製造工程を示す正面部分断面図

第2の実施例の製造工程を示す正面部分断面図



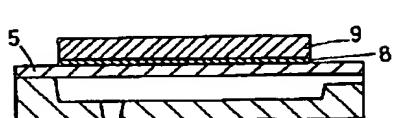
【図14】

第3の実施例の製造工程を示す正面断面図



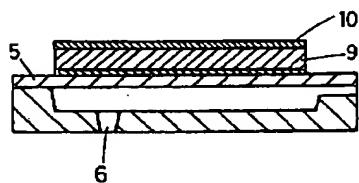
【図15】

第3の実施例の製造工程を示す正面断面図



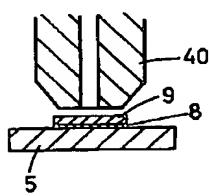
【図16】

第3の実施例の製造工程を示す正面断面図



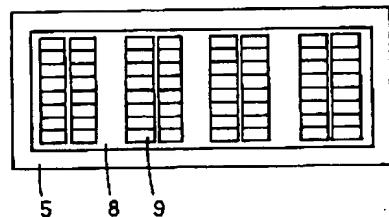
【図17】

第4の実施例の製造工程を示す部分横断面図



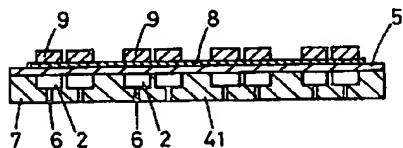
【図18】

第5の実施例を示す平面図



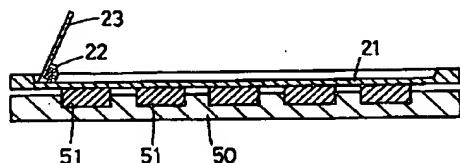
【図19】

第5の実施例を示す正面断面図



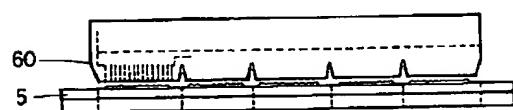
【図20】

第6の実施例の製造工程を示す正面略示断面図



【図21】

第7の実施例の製造工程を示す正面略示図



フロントページの続き

(72)発明者 塚田 峰春

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

(72)発明者 肥田 勝春

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内